

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-4400

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 F 11/00		2125-3H		
1/04		2125-3H		

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平4-207211
(22) 出願日 平成4年(1992)7月10日

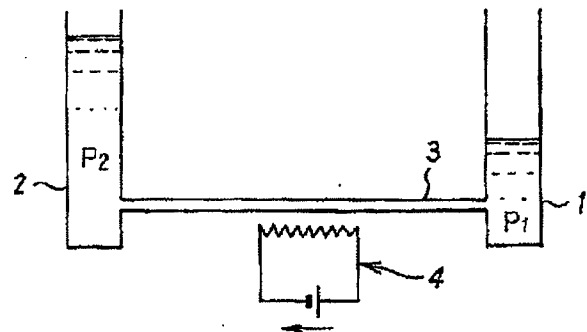
(71) 出願人 000001144
工業技術院長
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
(72) 発明者 尾崎 浩一
茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技
術院機械技術研究所内
(74) 指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

(54) 【発明の名称】 相変化領域の移動による流体移送圧力発生方法

(57) 【要約】

【目的】 流体の加熱・冷却による相変化（蒸発・凝縮）を利用し、低圧側の容器1から高圧側の容器2への流体の流れのための圧力を発生させるに際し、その圧力を簡易に制御して、流体のポンピングあるいは流体のシール等のために有効に利用できるようにした流体移送圧力発生方法を提供する。

【構成】 移送すべき流体が収容された低圧側の容器1と、その流体が移送される高圧側の容器2とを、狭い間隙の流路3を通して連通させる。その流路3には、流体の流れの方向に沿って、低圧側から高圧側へ流路内の流体を蒸発させるための加熱部4を移動させ、その移動速度の制御により、上記流路における流体に低圧側の流体収容域から高圧側の流体収容域の方に向かう所要の圧力を発生させる。



(2)

特開平7-4400

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】移送すべき流体が存在する低圧側の流体収容域と、その流体が移送される高圧側の流体収容域とを、狭い間隙の流路を通して連通させ、その流路における流体の流れの方向に沿って、低圧側から高圧側へその流路内の流体を蒸発させるための加熱部を移動させ、その移動速度の制御により、上記流路における流体に低圧側の流体収容域から高圧側の流体収容域の方に向かう所要の圧力を発生させる、ことを特徴とする相変化領域の移動による流体移送圧力発生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、流体の周期的な相変化（蒸発・凝縮）を利用し、特に、その相変化領域の移動により流体のポンピングあるいはシールのための制御された圧力を発生できるようにした流体移送圧力発生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】流体の飽和蒸気圧の温度依存性、気液相変化に伴う比容積と動粘度の変化及び流体の流動に伴う圧力損失などを効果的に組み合わせると、低圧側と高圧側との間の流路中の小室において、低圧側から高圧側に流体を圧送するための圧力を発生させることが可能である。本発明者らは、先に、上述した流体の圧力を発生させるための原理的な方法を、特願平3-329553号において提案している。この既提案の方法は、容積式の往復動型ポンプを模擬した熱機関として動作するものと言うことができる。

【0003】一般に、流体の移送を行う場合、機械的な運動部分により低圧側の流体圧を昇圧して高圧側に移送するのが通例であるが、機械的運動を得ることが困難であったり、機械的運動の存在が望ましくない環境において流体移送を行う場合などには、上述した気液相変化を利用して流体に圧力を発生させる方法が有利に利用できる。しかも、上記原理的な方法を更に発展させ、発生圧力の制御を可能にすることにより、流体のポンピングあるいは流体のシールのための圧力を発生させるなど、各種の用途での利用に対応させることが可能になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の技術的課題は、流体の加熱・冷却による相変化（蒸発・凝縮）を有効に利用し、低圧側の流体収容域から高圧側の流体収容域への流体の流れのための圧力を発生させるに際し、その圧力を簡易に制御して、流体のポンピングあるいは流体のシール等のために有効に利用できるようにした流体移送圧力発生方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の流体移送圧力発生方法は、移送すべき流体が

2

存在する低圧側の流体収容域と、その流体が移送される高圧側の流体収容域とを、狭い間隙の流路を通して連通させ、その流路における流体の流れの方向に沿って、低圧側から高圧側へその流路内の流体を蒸発させるための加熱部を移動させ、その移動速度の制御により、上記流路における流体に低圧側の流体収容域から高圧側の流体収容域の方に向かう所要の圧力を発生させることを特徴とするものである。

【0006】

【作用】低圧側と高圧側の流体収容域である容器間において、流路の一部を加熱する加熱部を流路に沿って低圧側から高圧側へ移動させると、加熱部での蒸発と非加熱部での凝縮により、流路を流れる蒸気量が増大し、蒸発部における圧力降下が大きくなる。その結果、流路の両端部では、低圧側から流路内に流体を吸入し、高圧側へ吐出する状態になり、流路全体としてはポンプ作用を示すことになる。また、上記加熱部の移動速度等によって、ポンプ作用の圧力と高圧側の圧力がバランスする状態があり、その状態では流路に対してシール効果を発揮させることができる。

【0007】

【実施例】図1は、本発明に基づいて低圧側の流体収容域である容器1から高圧側の流体収容域である容器2の側へ流体の流れのための圧力を発生させ、且つその圧力を制御するための原理を説明するためのものである。まず、同図に示すように、圧力差のある容器1、2間（圧力 $P_2 > P_1$ ）を結ぶ内径が一樣な流路3内の流体の流れを考え、流路内の圧力分布を考察する。この場合、流体は通常環境で液体であり、加熱することによって蒸発させることができるものであり、例えば、水、フロン、アンモニア等の常温に近い温度で相変化する流体が望ましい。

【0008】同図中の は、流路3内の流体を蒸発させるための加熱部を設けず、流路3の全体において流れる流体が液体の場合であり（重量流量： $G_1 > 0$ ）、流路3内の圧力は流れに沿って直線的に降下する。

【0009】また、図中の は、流路3の一部（B-C間）を加熱部により加熱して、その間の流体を蒸気に変える場合である。そのため、容器2側のA部から流路3中のB部に流入する流体がそこで蒸発し、B-C部間を気体で流れ、C部で凝縮してD部に到達する。この場合、気体と液体という相が異なる状態で同一質量流量（ G_2 ）が高圧側から低圧側に流れるために、両相間の動粘度の違いからB-C部間における圧力降下勾配が、A-B部間あるいはC-D部間に比して極めて大きくなる。その結果、A-B部間の圧力降下勾配は前記の場合に比して小さくなり、流量は減少する（ $G_1 > G_2 > 0$ ）。しかしながら、流路3中の流体の流れの方向は、の場合と同様に高圧側から低圧側の方向である。即ち、の場合には、流れの一部で流体を蒸気にすること

(3)

特開平7-4400

3

により、不完全ながらシール効果を示している。

【0010】さらに、図中の は、上記 の場合に比して、流路3の一部を加熱する加熱部を流路に沿って低圧側から高圧側へある速度で移動する場合を示している。この場合、 の場合に比べて、B部での蒸発量とC部での凝縮量が付加的に増大して、B-C部間を流れる蒸気量が増大し、B-C部間の圧力降下が大きくなる。その結果、それに見合うべく、A-B部間及びC-D部間において上記 及び と逆の勾配をもつ圧力分布になる。これは、低圧側から流路3内に流体を吸入し、高圧側へ吐出する状態であり、流路全体としてはポンプ作用を示すことになる（質量流量 $G_3 < 0$ ）。また、上記加熱部の移動速度等によって、ポンプ作用の圧力と高圧側の圧力がバランスする状態があり、その状態では流路3に対してシール効果を発揮させることができる。

【0011】本発明の流体移送圧力発生方法は、上述した原理に基づいて、流路3中の流体に低圧側の流体収容域である容器1から高圧側の流体収容域である容器2の側へ向かう圧力を発生させるものであり、基本的には、図2に模式的に示すように、移送すべき流体を収容した低圧側の流体収容域を形成する容器1と、その流体が移送される高圧側の流体収容域を形成する容器2とを、狭い間隙の流路3を通して連通させ、その流路3に加熱部4が設けられる。この加熱部4は、それを流路3における流体の流れの方向に沿って低圧側から高圧側へ移動させ、その流路3内の流体を部分的に蒸発させるためのものである。

【0012】上記加熱部4を流路3に沿って低圧側から高圧側へ移動させ、それによって流路3内にポンプ作用が生じるのは、図1によって前述した通りである。加熱により蒸発した流体を凝縮させるのは、自然空冷によるのが望ましいが、必要に応じて適宜強制冷却装置を設けることができる。さらに、その加熱部4の移動速度の制御により、上記流路3における流体に低圧側の流体収容域から高圧側の流体収容域の方に向かう所要の圧力を発生させ、ポンプ作用あるいはシール作用を発揮させ得ることも、既に説明した通りである。

【0013】図2の流路3における流体の連続的な移送のためには、必要数の加熱部4をサイクリックに移動させる必要があるが、図3に示すように、流路3に沿って多数の加熱要素10を列設することにより加熱部4を構成し、それらの加熱要素10を図中に付記したタイムチャートに示すように、サイクリックに動作させることもできる。この加熱要素10は、図示しない制御装置により制御されて開閉するスイッチにより発熱体に通電して加熱を行うものである。また、その動作速度の調整により、流路3内に容易に所要の圧力を発生させることが可能となり、ポンプ作用あるいはシール作用を発揮させることができる。なお、このように構成した場合には、機械的な可動部を全くなくすることができる。

4

【0014】また、上記加熱部4による加熱部分の移動は、図4に示すような加熱のためのレーザスキャンによっても実現することができる。同図における流路3は、金属などのレーザ光の吸収体からなる下板11とレーザ光の非吸収体からなるガラス等の上板12との間に形成し、この流路3に、レーザ光源13からのレーザを回転ミラー14で掃引照射することにより、流路3に沿う加熱部の移動を行うようにしている。

【0015】このように構成すると、レーザ光の吸収体である下板11におけるレーザの吸収によりその表面が加熱されて流路3中の流体が蒸発せしめられ、レーザ光が移動してしまうとバルク体及び外部への熱伝導により冷却され、蒸発した流体が凝縮せしめられる。なお、このような構成は、特にマイクロポンプ用として適したものである。

【0016】本発明者らが既に提案している前述の方法は、容積式の往復動型ポンプを模倣した熱機関として動作する旨を先に説明している。その容積式ポンプの一つに、図5に示すように、流路のぜん動運動を利用したものがある。即ち、弾性管21の一部をローラ22等で押しつぶし、その押しつぶし箇所を管軸方向（矢印）に移動させることにより、管内流体を圧送するものである。上述した本発明の方法は、既提案の往復動型ポンプに対し、上記ぜん動運動型のポンプを模倣した動作を行うものと言うことができる。なお、以下に説明するシール作用を行うものについても、本質的には同様である。

【0017】図6ないし図8の構成例は、回転軸31が貫通する固定壁32の両面側を低圧側及び高圧側の流体収容域である容器1、2とし、回転軸31と固定壁32との間のすき間33によって形成される流体の流路を、加熱部4の実質的な移動によりシールするものである。この回転軸シール機構における加熱部4は、図7に示す固定壁32における回転軸孔の内面の展開図から明らかなように、固定壁32の内面に螺旋状に少なくとも1周以上の高温部32aを配設している。この高温部32aは、適宜手段により加熱されるもので、その両側に設けた断熱材32cによって固定壁32の内面の低温部32bから区画して配設されている。そして、高温部32aに接触するすき間33内の流体は加熱されて蒸気化し、低温部32bに接触する流体はそれによる冷却で凝縮するように、それらの温度が設定されている。

【0018】このように構成すると、回転軸31の回転に伴い、流体が周方向に引きずられて回転するため、回転軸31の表面の一部を基準としてみれば、高温部32aに接触している蒸気領域を軸方向に移動させることができ、それによって前記ポンプ作用を発生させることができる。従って、固定壁32の両側に圧力差がある場合、それに対向するようなポンプ作用が生じるようなら線状温度分布と回転軸の回転速度の組合せを設定しておくことにより、すき間33からの流体の漏出を抑制し、

(4)

特開平7-4400

5

実質的にシール効果を生じさせることができる。

【0019】また、上記図6ないし図8の構成例における回転軸31の固定壁32内面に対面する外表面に、図9に示すような多数の軸方向のみぞ31aを設けることにより、周方向の流れが減少するようすき間33を形成すると、ポンプ効果及びシール効果を一層顕著にすることができる。

【0020】さらに、上記図6ないし図8の構成例において、低温部32bが環境温度の場合には、図10に示すように、固定壁32の内面にらせ線のみぞを設けて、その中にすき間33と接する面以外を断熱材35で囲まれた発熱体36を埋め込むことにより加熱部4を構成することができる。この場合、発熱体36としては、ニクロム線などによる通電加熱体、あるいは内部に高温流体を流すようにしたチャンネルなどを使用することができる。

【0021】このような気液相変化を利用した流体移送圧力発生方法によれば、構造が極めて単純で、機械的な可動部分を皆無とすることが容易に可能であり、また、原理的にはマイクロポンプのような小型化に適し、比較的低流量、高揚程の場合、あるいは流体のシールに有効な手段を得ることができる。

【0022】

【発明の効果】以上に詳述した本発明の方法によれば、流体の加熱・冷却による相変化を有効に利用し、低压側の流体収容域から高压側の流体収容域への流体の流れのための圧力を発生させるに際し、その圧力を簡易に制御

6

して、流体のポンピングあるいは流体のシール等のために有効に利用できるようにした流体移送圧力発生方法を与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法の動作原理を説明するための説明図である。

【図2】本発明の方法を実施する基本的構成を模式的に示す構成図である。

【図3】上記方法を実施する装置の具体化例を示す断面図である。

【図4】上記方法を実施する装置の他の具体化例を示す断面図である。

【図5】本発明の方法が模擬しているポンプの構成についての説明図である。

【図6】本発明の方法を実施する装置の他の構成例を示す断面図である。

【図7】図6に示す装置の回転軸孔の内面の展開図である。

【図8】図6の装置の軸方向断面図である。

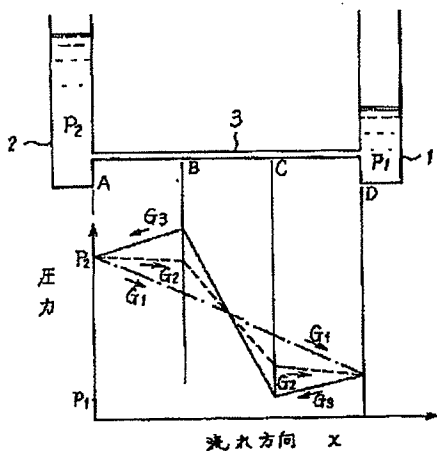
【図9】図6の装置における回転軸の他の構成例を示す軸方向断面図である。

【図10】図6の装置における加熱部の他の構成例を示す断面図である。

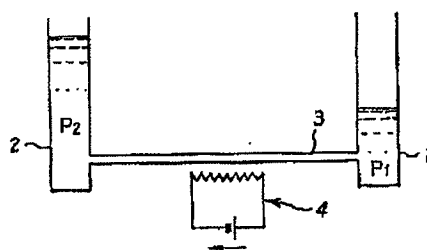
【符号の説明】

1 低压側容器、2 高压側容器、3 流路、4 加熱部。

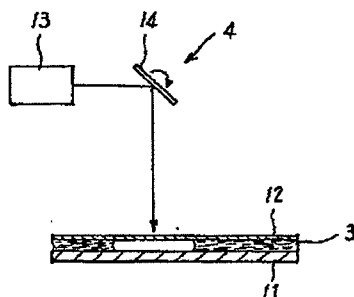
【図1】



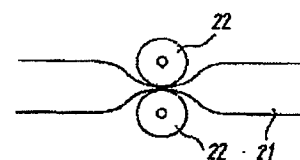
【図2】



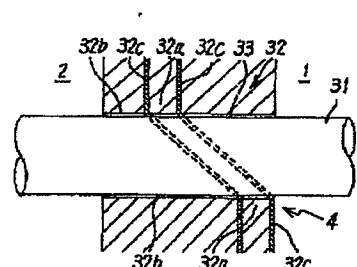
【図4】



【図5】



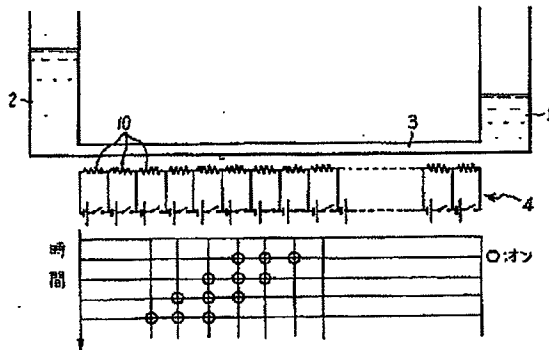
【図6】



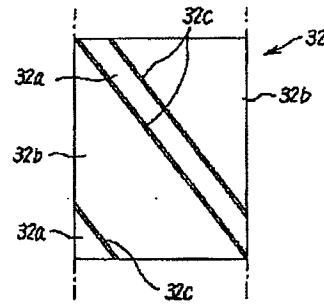
(5)

特開平7-4400

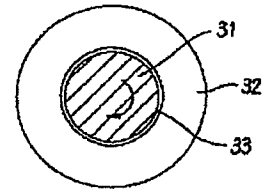
【図3】



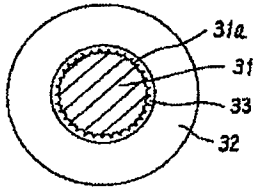
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

